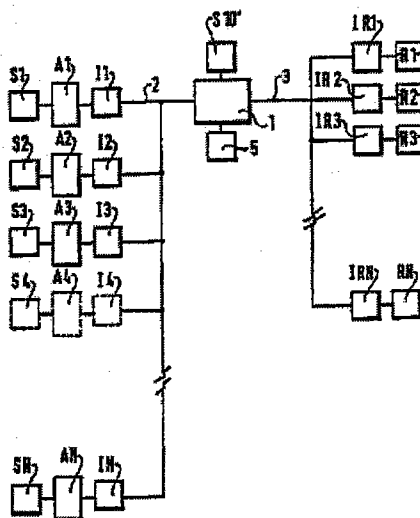


ELECTRONIC SAFETY DEVICE FOR VEHICLE OCCUPANTS**Publication number:** DE3811217**Publication date:** 1989-10-12**Inventor:** NITSCHKE WERNER DIPL PHYS (DE); PFEUFER REINHARD DIPL ING (DE); DROBNY WOLFGANG DIPL ING (DE); TAUFER PETER (DE)**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)**Classification:****- international:** G01P15/00; B60R21/01; B60R21/16; B60R22/46; B60R16/02; B60R16/03; G01P15/00; B60R21/01; B60R21/16; B60R22/46; B60R16/02; B60R16/03; (IPC1-7): B60R21/32**- European:** B60R21/01**Application number:** DE19883811217 19880402**Priority number(s):** DE19883811217 19880402**Also published as:**

WO8909146 (A1)
 EP0407391 (A1)
 ES2013420 (A6)
 EP0407391 (A0)
 EP0407391 (B1)

[Report a data error here](#)**Abstract of DE3811217**

An electronic safety device for vehicle occupants comprises a plurality of sensors (S1 to SN) connected via an essentially stellate line (21) to a control unit (1) which activates restraining means (RH1 to RHN) in function of the output signals of the sensors (S1 to SN).

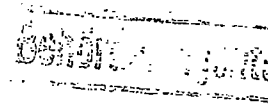


Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 38 11 217.5
22 Anmeldetag: 2. 4. 88
43 Offenlegungstag: 12. 10. 89



DE 3811217 A1

71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Nitschke, Werner, Dipl.-Phys., 7257 Ditzingen, DE;
Pfeufer, Reinhard, Dipl.-Ing., 7141 Mögglingen, DE;
Drobny, Wolfgang, Dipl.-Ing., 7122 Besigheim, DE;
Taufe, Peter, 7253 Renningen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Elektronische Einrichtung

Eine elektronische Einrichtung für die Sicherung von Fahrzeuginsassen umfaßt eine Vielzahl von Sensoren (S1 bis SN), die über eine im wesentlichen sternförmig verlaufende Leitung (2) mit einem Steuergerät (1) verbunden sind, welches in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen der Sensoren (S1 bis SN) Rückhaltemittel (RH1 bis RHN) aktiviert.

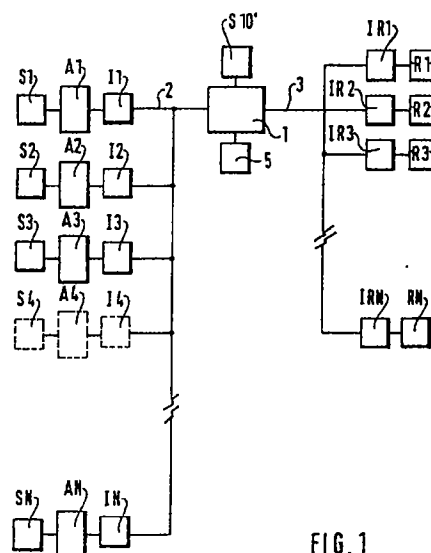


FIG. 1

DE 3811217 A1

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer elektronischen Einrichtung nach der Gattung des Anspruchs 1. Es ist schon eine derartige Einrichtung aus der DE-A-21 51 399 bekannt, bei der zwei Sensoren in Form piezoelektrischer Kristalle vorgesehen sind und die bei mechanischer Beanspruchung, beispielsweise durch Beaufschlagung mit einer Kraft infolge einer Beschleunigung des Fahrzeugs, eine elektrische Ausgangsspannung liefern. Diese Ausgangsspannung der Sensoren wird über eine Mehrdrahtleitung einem Steuergerät zugeführt und dort verarbeitet. Die bekannte Einrichtung hat den Nachteil, daß im Falle der Verwendung nur weniger Sensoren die Funktionsfähigkeit der gesamten Sicherheitseinrichtung in Frage gestellt ist, sofern ein Sensor funktionsunfähig wird. Andererseits können nicht beliebig viele Sensoren eingesetzt werden, da eine größere Anzahl von Sensoren keineswegs die Zuverlässigkeit der Sicherheitseinrichtung steigert sondern lediglich den Aufwand für Verdrahtung und Verbindungsmittel erhöht. Hieraus ergeben sich jedoch über die Lebensdauer des Fahrzeugs gesehen, außerordentlich zahlreiche Fehlerquellen.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß neben einer erhöhten Zuverlässigkeit des Gesamtsystems infolge einer vereinfachten Leitungsführung zwischen den Sensoren und dem zugehörigen Steuergerät auch neue Betriebsweisen einer Sicherheitseinrichtung ermöglicht werden. Beispielsweise ist es mit der erfindungsgemäßen Einrichtung möglich, auch bei Funktionsfähigkeit eines oder mehrerer Sensoren dennoch die Sicherheit der Fahrzeuginsassen zu gewährleisten, indem nämlich eine zweckentsprechende Neubewertung der Ausgangssignale der noch verbleibenden funktionsfähigen Sensoren vorgenommen wird. Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, in deren Merkmalen vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung aufgeführt sind.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild der elektronischen Einrichtung,

Fig. 2 ein Impulsdigramm als Funktion der Zeit in der Einschaltphase der Einrichtung,

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm zur weiteren Erläuterung der Einschaltphasen,

Fig. 4 bis Fig. 10 weitere Impulsdigramme als Funktion der Zeit zur Erläuterung verschiedener Betriebszustände der Einrichtung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Eine elektronische Einrichtung für die Sicherung von Fahrzeuginsassen besteht aus einem zentralen Steuergerät 1, das über eine sternförmige Eindrahtleitung 2

mit Sensoren $S1, S2, \dots, SN$ verbunden ist, die an unterschiedlichen Einbauorten in einem Fahrzeug angeordnet sind. Jedem der Sensoren $S1, \dots, SN$ ist eine Auswerteschaltung $A1, A2, \dots, AN$ und gegebenenfalls eine Schnittstelle $I1, I2, \dots, IN$ zugeordnet. Weiter sind mit dem Steuergerät 1 über eine Leitung 3 und gegebenenfalls über zwischengeschaltete Schnittstellen $IR1, IR2, \dots, IRN$ Rückhaltemittel $R1, R2, \dots, RN$ verbunden. Bei diesen Rückhaltemitteln handelt es sich um sogenannte Airbags, d. h. aufblasbare Gassäcke und/oder Gurtstraffer, die den Fahrer und gegebenenfalls weitere Fahrzeuginsassen bei gefährlichen Unfallsituationen in ihrer Sitzposition festhalten und auf diese Weise schwerwiegende Verletzungen durch Aufprall auf harte Fahrzeugteile verhindern. Die für die Anwendung bei solchen elektronischen Einrichtungen besonders geeigneten Sensoren sind piezoelektrische Kristalle, die bei Druckbeanspruchung ein Ausgangssignal in Form einer Spannung abgeben. Die den Sensoren $S1 \dots SN$ zugeordneten Auswerteschaltungen $A1 \dots AN$ bereiten die von den Sensoren $S1 \dots SN$ abgegebenen Ausgangssignale schon am jeweiligen Einbauort der Sensoren $S1 \dots SN$ derart auf, daß eine den Ausgangssignalen entsprechende Information, gegebenenfalls noch über eine zugeordnete Schnittstelle $I1, I2, \dots, IN$ über die vorgesehene Eindrahtleitung 2 zum Steuergerät 1 übertragbar ist. Das Steuergerät 1 umfaßt Speichermittel 5 zur Speicherung von Informationen über die Anzahl der vorhandenen Sensoren $S1 \dots SN$, den Sensortyp, den jeweiligen Einbauort der Sensoren $S1 \dots SN$ und gegebenenfalls auch über eine Bewertungsfunktion, mit der das von irgendeinem der Sensoren $S1 \dots SN$ abgegebene Ausgangssignal zu bewerten ist. Diese vorerwähnten Systemdaten werden vom Kraftfahrzeughersteller zweckmäßig fest vorgegeben; allerdings sind auch weitere Ausgestaltungen der Erfindung für besondere Anwendungsfälle zweckmäßig, bei denen derartige Systemdaten durch entsprechend ausgestaltete programmierbare Speichermittel noch nachträglich eingegeben oder verändert werden können. Dies empfiehlt sich beispielsweise bei einer Umrüstung des Kraftfahrzeugs auf neue Sensortypen und/oder bei Umbauten, die sich auf die Sicherheitseigenschaften auswirken.

Jede Sensoreinheit, die jeweils einen Sensor $S1 \dots SN$, eine zugeordnete Auswerteschaltung $A1 \dots AN$ und gegebenenfalls eine zugeordnete Schnittstelle $I1 \dots IN$ umfaßt, besitzt die Fähigkeit zum Austausch von Daten mit dem zentralen Steuergerät 1 über die Leitung 2. Das heißt, jede der zuvor erwähnten Sensoreinheiten kann Informationen von dem Steuergerät 1 empfangen oder zu diesem übermitteln.

Anhand von Fig. 2 und Fig. 3 werden im folgenden zunächst die Vorgänge beim Einschalten der elektronischen Einrichtung erläutert. Die elektronische Einrichtung werde beispielsweise zum Zeitpunkt t_0 eingeschaltet, wenn das Kraftfahrzeug in Betrieb gesetzt wird. Über die Leitung 2 findet ein bidirektionaler Datenaustausch zwischen dem zentralen Steuergerät 1 und den Sensoren $S1 \dots SN$ statt. Das Steuergerät 1 stellt dabei zunächst die Anzahl und den jeweiligen Typ der vorhandenen Sensoren fest und überprüft deren Funktionsfähigkeit durch Abfragen. Jedem festgestellten und betriebsfähigen Sensor wird sodann eine fortlaufende Nummer zugeordnet, die auch eine Rangfolge der Sensoren $S1 \dots SN$ in dem an die Einschaltphase anschließenden normalen Betriebszustand festlegt.

Im einzelnen werden in der Einschaltphase folgende Ablaufschritte durchgeführt: Im Einschaltzeitpunkt t_0

übernimmt das zentrale Steuergerät 1 die Verwaltung des Datenverkehrs auf der Leitung 2. Durch einen im Vergleich zu den im Normalbetrieb vorkommenden Impulslängen langen Impuls mit der Zeitdauer t_R führt das Steuergerät 1 einen Reset der elektronischen Einrichtung durch. An den Reset schließt sich eine Wartezeit t_W an. Unmittelbar nach Ablauf dieser Wartezeit t_W sendet das Steuergerät 1 einen Impuls aus und fordert damit alle Sensoren $S1 \dots S5$ auf, mit der Übermittlung des für jeden Sensor $S1 \dots S5$ charakteristischen Kennwortes zu beginnen. Im jetzt besprochenen Ausführungsbeispiel werde angenommen, daß insgesamt fünf Sensoren $S1$ bis $S5$ (also $N = 5$) dem Steuergerät 1 zugeordnet seien. Auf diese Aufforderung hin geben alle Sensoren $S1$ bis $S5$ ihr Kennwort aus. Während dieser Ausgabe wartet das Steuergerät 1 passiv, bis sich einer der Sensoren $A1, S2, \dots S5$ durchgesetzt hat. Anzeichen dafür kann sein, daß die Leitung 2 länger als ein Zeitintervall t_z inaktiv ist oder, daß eine unveränderte Information in einem gleichen zeitlichen Abstand laufend über die Leitung 2 übertragen wird. Bei dieser Information handelt es sich um ein spezielles Kennwort, beispielsweise das Kennwort des Sensors $S1$. Das Steuergerät 1 empfängt dieses Kennwort, identifiziert anhand dieses Kennwortes den Sensor $S1$ und ordnet diesem eine, eine Prioritätenfolge festlegende, laufende Ordnungszahl zu, beispielsweise die Nummer 1. Nach der Festlegung der Rangfolge durch die Zuordnung der Nummer 1 beginnt das Steuergerät 1 mit dem siegreichen Sensor 1 eine bidirektionale Kommunikation. Dabei erfährt der Sensor $S1$ seine die ihm vom Steuergerät 1 zugeteilte Nummer. Das Steuergerät 1 startet gegebenenfalls einen Testzyklus des Sensors $S1$ und erhält dadurch Angaben über die Funktionsfähigkeit dieses Sensors, seine Einsatzbereitschaft und gegebenenfalls auch über seinen Einbauort. Während dieser Kommunikationsphase zwischen dem Steuergerät 1 und dem Sensor $S1$ warten die zunächst die nicht erfolgreichen weiteren Sensoren $S2$ bis $S5$ auf das Ende der Kommunikationsphase. Im Anschluß daran wird das Einschaltverfahren fortgesetzt, um auch eine Kommunikation des Steuergerätes 1 mit den verbleibenden Sensoren $S2$ bis $S5$ zu ermöglichen. Dazu werden alle Sensoren bis auf den ersten siegreichen Sensor $S1$ aufgefordert, die Phase der Kennwortausgabe zu wiederholen, bis sich ein zweiter Sensor durchgesetzt hat. Es erfolgt dann der zuvor beschriebene Dialog zwischen dem Steuergerät 1 und dem zweiten siegreichen Sensor, beispielsweise dem Sensor $S2$. Dieses Verfahren wird fortgesetzt, bis alle betriebsbereiten Sensoren die Ablaufvorgänge der Einschaltphase überstanden haben. Im Anschluß daran bringt das Steuergerät 1 die elektronische Einrichtung in den Normalbetrieb, auf dessen Ablauf weiter unten noch eingegangen wird. Zunächst wird jedoch im folgenden noch ausführlicher auf den Kommunikationsablauf während der Einschaltphase eingegangen.

In einem ersten zweckmäßigen Ausführungsbeispiel der Erfindung, das anhand von Fig. 4 näher erläutert wird, geben nach der schon erwähnten Aufforderung des Steuergerätes 1 alle angeschlossenen Sensoren — in Fig. 4 werde angenommen, daß insgesamt vier Sensoren $S1$ bis $S4$ angeschlossen seien — gleichzeitig die jeden Sensor charakterisierenden Kennwörter aus. Diese Kennwörter haben die Gestalt von Bitfolgen, die in Fig. 4a beispielhaft für jeden der Sensoren $S1$ bis $S4$ dargestellt sind. In Fig. 4b ist ein Diagramm mit Impulsfolgen als Funktion der Zeit dargestellt. Das Diagramm zeigt die auf der Leitung 2 feststellbaren Impulse sowie

die von den Sensoren $S1$ bis $S4$ als Kennwörter fungierenden Bitfolgen. Auf der Zeitachse repräsentiert der Zeitpunkt t_0' das Ende des Aufforderungsimpulses des Steuergerätes 1 an die Sensoren zur Abgabe ihrer Kennwörter. Nach jedem ausgegebenen Bit der Bitfolge ihres jeweiligen Kennwortes wird der Status der Leitung 2 von jedem Sensor $S1$ bis $S4$ daraufhin überprüft, ob das ausgegebene Bit (= Sollwert) mit dem Leitungstatus (= Istwert) übereinstimmt. Sofern keine Übereinstimmung vorliegt, bedeutet das für den betroffenen Sensor, daß die aktuelle Runde für ihn verloren ist und er keine weiteren Bits seiner Kennwortbitfolge mehr ausgeben darf. Solange der Vergleich jedoch eine Übereinstimmung bestätigt, wird ein weiteres Bit der Kennwortbitfolge ausgegeben, bis die vorgegebene Anzahl der Bits des Kennwortes bzw. auch der mehreren Kennwörter abgearbeitet ist. Dieses Verfahren hat zur Folge, daß auf jeden Fall mindestens ein Sensor der Sensoren $S1$ bis $S4$ in jeder Runde Sieger bleibt und sich für die Vergabe einer Prioritätsordnungsnummer durch das Steuergerät 1 qualifiziert. Durch eine genügende große Anzahl von Kennwörtern und durch eine hinreichend große zufällige Variation bei der Kennwortbildung läßt sich auch bei einer größeren Anzahl von identischen Sensoren erreichen, daß in jeweils einer Runde nur ein einziger Sensor eine völlige Übereinstimmung der für ihn charakteristischen Bitfolge (Kennwort) mit dem Leitungstatus erlebt und somit Sieger bleibt. Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel hat sich der Sensor $S4$ als Sieger qualifiziert, dem die Bitfolge 01 01 00 10 als Kennwort zugeteilt worden war. Wie sich nämlich aus Fig. 4b ersehen läßt, hat sich jeweils bei allen Bits dieser Bitfolge eine Übereinstimmung mit dem Status der Leitung 2 ergeben, während bei den übrigen Sensoren $S1, S2$ und $S3$ eine nur teilweise Übereinstimmung vorlag.

In einer weiteren Variante der Einschaltphase, die anhand des Impulsdiagramms von Fig. 5 erläutert wird, ist ebenfalls eine Unterscheidung der verschiedenen Sensoren $S1$ bis $S4$ durch verschiedene Kennwörter vorgesehen. Die Aussendung dieser Kennwörter erfolgt jedoch abweichend zu dem zuvor beschriebenen Beispiel nicht gleichzeitig sondern zeitlich versetzt zu verschiedenen Zeitpunkten. Nach Aufforderung zur Abgabe der Kennwörter durch das Steuergerät 1 zum Zeitpunkt t_0 startet jeder Sensor $S1$ bis $S4$ ein ihm zugeordnetes Zeitintervall t_{kx} ($x = 1, 2, 3, 4$) und beobachtet den Impulsstatus auf der Leitung 2. Nach Ablauf des für ihn charakteristischen Zeitintervalls t_{kx} gibt der Sensor x die ihm als Kennwort zugeteilte Bitfolge aus, wenn bis dahin, also bis zum Ablauf der Zeit t_{kx} noch keine auf einen anderen Sensor hinweisende Kennung ausgesendet wurde. In dem Diagramm nach Fig. 5 sei dem Sensor $S1$ das charakteristische Zeitintervall t_{k1} zugeordnet, welches länger ist als das dem Sensor $S2$ zugeordnete Zeitintervall t_{k2} oder das dem Sensor $S4$ zugeordnete Zeitintervall t_{k4} . Während also Sensor $S1$ und auch Sensor $S3$ mit der Aussendung ihrer Kennwörter noch warten müssen, da für sie die charakteristische Zeit t_{k1} bzw. t_{k3} noch nicht abgelaufen ist, senden die Sensoren $S2$ und $S4$ bereits gleichzeitig nach Ablauf ihrer gleich langen Zeitintervalle t_{k2} und t_{k4} ihre Kennwörter aus. Die Sensoren $S1$ und $S3$ geben nach Ablauf der für sie charakteristische Zeitintervalle t_{k1} bzw. t_{k3} keine Kennwörter mehr aus und haben demzufolge diese Runde der Einschaltphase verloren. Die Sensoren, die zuvor ihr Kennwort ausgesandt haben, also die Sensoren $S2$ und $S4$ lesen das über die Leitung 2 empfangene

Kennwort zurück und vergleichen es mit dem jeweils von ihnen gesendeten Kennwort. Bei Übereinstimmung der Bitfolgen senden sie ein nächstes Kennwort nach Ablauf einer weiteren Wartezeit t'_{k2} bzw. t'_{k4} aus. Für diese zusätzlichen Wartezeiten t'_{k2} bzw. t'_{k4} gilt die zusätzliche Bedingung, daß sie kürzer sind als ein Zeitschwellwert t_s . Wie schon zuvor beschrieben, wird während der jeweiligen Wartezeit t'_{k2} bzw. t'_{k4} die Leitung 2 wieder auf eine fremde Kennung hin überwacht, bei der dann die Ausgabe des eigenen Kennwortes verhindert würde und die laufende Runde für den Sensor verloren wäre. Im gewählten Beispiel seien im Impulsdiagramm gemäß Fig. 5 die Wartezeiten t'_{k2} und t'_{k4} wiederum gleich, die nun gesendeten Kennwörter aber unterschiedlich. Durch die Veroderung (die Leitung 2 sei ein verdrahtetes ODER und beispielsweise low active) wird das Kennwort des Sensors $S2$ nicht geändert, während das von dem Sensor $S4$ abgegebene Kennwort geändert wird. Bei dem unmittelbar anschließenden Rücklesevorgang des Kennwortes von der Leitung 2 muß der Sensor $S4$ einen Unterschied zum gesendeten Kennwort erkennen, während das Kennwort von Sensor $S2$ nicht verändert wird. Nachdem der Sensor $S4$ einen Unterschied zwischen dem ausgesandten und wiedergelesenen Kennwort festgestellt hat, wird das gleiche Kennwort nach einer weiteren Wartezeit t''_{k4} gesendet. Für diese Wartezeit gilt die Bedingung, daß sie größer ist als der Zeitschwellwert t_s . Sensor $S2$ dagegen sendet sein nächstes Kennwort nach einer Zeit t''_{k2} für die die Bedingung gilt, daß sie kleiner ist als der Zeitschwellwert t_s . Dies hat aber zur Folge, daß das zusätzliche Kennwort des Sensors $S2$ jetzt auf jeden Fall zuerst vollständig auf der Leitung 2 vorliegt, und Sensor $S4$ in dieser Runde aufgibt. In diesem Ablauf kann somit Sensor $S2$ alle ihm zugeordneten Kennwörter ausgeben, so daß das Steuergerät 1 ihn als Sieger dieser Runde anerkennt und die schon obenbeschriebene bidirektionale Kommunikation beginnt.

Zweckmäßig kann eine Variation der Kennwörter durch folgende Einflußgrößen erzielt werden. Einerseits durch feste, d. h. vorgegebene, Größen wie beispielsweise Typ der jeweils verwendeten Sensoren, Seriennummer des jeweiligen Sensors und/oder der elektronischen Einheit und/oder ein den jeweiligen Entwicklungsstand der elektronischen Einrichtung kennzeichnendes Merkmal. Zusätzlich können variable oder auch zufällige Größen für eine weitere Variationsbreite herangezogen werden. Variable Größen dieser Art können beispielsweise sein der Inhalt bestimmter festgelegter Speicherzellen von Speichermitteln unmittelbar nach dem Einschalten der elektronischen Einrichtung, zufällige Eingangssignale, wie beispielsweise die durch einen Analog-Digital-Wandler umgewandelte Versorgungsspannung der elektronischen Einrichtung, oder aber auch zufällige interne Signale, zum Beispiel das in einen digitalen Wert umgewandelte analoge Signal eines angeschlossenen Sensors $S2$ bis SN .

Für das folgende werde angenommen, daß die Einschaltphase beendet sei und daß das Steuergerät jedem angeschlossenen Sensor eine die Rangfolge festlegende Ordnungsnummer zugeteilt habe. Es werde wieder angenommen, daß die elektronische Einrichtung insgesamt fünf Sensoren $S1$ bis $S5$ umfasse. Im Normalbetrieb sind wiederum zwei unterschiedliche Betriebsweisen der elektronischen Einrichtung möglich, nämlich eine Betriebsweise mit Synchronisierung der Ablaufschritte durch das Steuergerät 1 oder alternativ eine Betriebsweise ohne eine derartige Synchronisierung der

Ablaufschritte durch das Steuergerät 1. Zunächst werde auf die Betriebsweise mit Synchronisierung durch das Steuergerät 1 eingegangen, die anhand der in Fig. 6 dargestellten Impulsdiagramme erläutert wird. In dieser Betriebsweise (mit Synchronisierung) gibt das Steuergerät 1 zum Zeitpunkt t_0'' eine feste Zeitmarke vor, an der jeder Sensor $S1, S2, \dots S5$ eine für ihn charakteristische Wartezeit tw_X bis zum Senden seiner Daten ausrichtet. Diese Zeitmarke kann aus einer oder gegebenenfalls mehreren Signalfanken und/oder einem oder mehreren Datenwörtern bestehen. Für den Fall, daß diese Zeitmarke aus einem oder mehreren Datenwörtern besteht, können zusätzlich Steuerinformationen von dem Steuergerät 1 an die Sensoren $S1$ bis $S5$ übergeben werden. Gemäß Diagramm nach Fig. 6 starten die Sensoren $S1$ bis $S5$ ihre Wartezeiten tw_X im Anschluß an die vom Steuergerät 1 abgegebene Zeitmarke. Nach Ablauf der jeweiligen Wartezeit $tw_1, tw_2, \dots tw_5$ sendet der jeweilige Sensor $S1$ bis $S5$ seine Nachricht $N1, N2, \dots N5$ zu dem Steuergerät 1. Nach der Übermittlung warten die Sensoren $S1$ bis $S5$ zunächst das Ende des Zeitintervalls T_N ab, um dann die am Ende des Zeitintervalls T erscheinende nächste Zeitmarke des Steuergerätes 1 zu erkennen. Im folgenden wird anhand der Impulsdiagramme nach den Fig. 7 und 8 eine Betriebsweise der elektronischen Einrichtung ohne Synchronisierung durch das Steuergerät 1 erläutert. Bei dieser Betriebsweise ist die Verbindung zwischen dem Steuergerät 1 und den Sensoren — auch in diesem Beispiel sind wieder fünf Sensoren $S1$ bis $S5$ vorgesehen — unidirektional, das heißt, es werden nur Daten von den Sensoren zu dem Steuergerät 1 übertragen. In vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung lassen sich hierbei zwei Unterfälle unterscheiden.

Es wird ein als Master fungierender Sensor vorgegeben bei dem es sich vorzugsweise um den ersten in der zeitlichen Reihenfolge handelt, der also in der Einschaltphase die höchste Priorität gewonnen hat und von dem Steuergerät 1 die Ordnungsnummer 1 zuerkannt hielt. Dieser Mastersensor, es sei der Sensor $S1$, sendet im zeitlichen Abstand $tw_1 = T$ seine Nachricht $N1$ zum Steuergerät 1. Mit dem Erscheinen der Nachricht $N1$ auf der Leitung 2 beginnen die übrigen Sensoren $S2$ bis $S5$ ihre Wartezeiten tw_2 bis tw_5 und übertragen anschließend ihre Nachrichten $N2$ bis $N5$. Im Anschluß an die jeweilige Übertragung warten die Sensoren $S2$ bis $S5$ auf den Ablauf der Zeit T_N , um dann als Zeitmarke die Nachricht $N1$ des Sensors $S1$ zu erkennen.

Für die zuletzt beschriebene Betriebsweise ohne Synchronisierung durch das Steuergerät 1 und die zuvor beschriebene Betriebsweise mit Synchronisierung durch das Steuergerät 1 gelten gemeinsam folgende Voraussetzungen. Das Zeitintervall tw_X muß größer sein als das Zeitintervall $tw_{(X-1)} + \text{Übertragungszeit}_{(X-1)}$. Die Wartezeit tw_X kann fest sein oder in der Einschaltphase von Steuergerät 1 festgelegt werden. Bis zur Zeit T_N müssen alle Nachrichten $N1$ bis $N5$ gesendet sein. Die nicht nutzbare Zeit, das heißt die Differenz $T - T_N$ dient zur sicheren Erkennbarkeit der vom Steuergerät 1 abgegebenen Zeitmarke. Die Nachrichten $N1$ bis $N5$ können für jeden der beteiligten Sensoren $S1$ bis $S5$ von verschiedenem Format und von unterschiedlicher Länge sein. Beispielsweise können Unterschiede bestehen in der Länge des Zeitfensters, das für die Aussendung der Nachricht zur Verfügung steht, in der Anzahl der Datenwörter der Nachricht, im Format der Datenwörter sowie in weiteren Unterscheidungskriterien, wie beispielsweise Start-/Stopp-Bit, Parity-Bit, Baudraten.

In einem weiteren Fall der Betriebsweise ohne Synchronisierung durch das Steuergerät orientieren sich die Sensoren an dem in der zeitlichen Rangfolge vorangestellten Sensor. Als "Mastersensor" werde wieder der Sensor S_1 angenommen. Die gerade nicht sendenden Sensoren überwachen die Leitung 2 und erkennen dadurch den Zustand und den jeweils sendenden Sensor. Dieser Unterfall der Betriebsweise ohne Synchronisierung durch das Steuergerät 1 wird anhand der Impulsdiagramme von Fig. 8 erläutert. Wie schon erwähnt, sei der Sensor S_1 der Mastersensor. Sensor 1 sendet seine Nachricht N_1 innerhalb der Übertragungszeit t_{U1} zum Steuergerät 1. Nach einer Wartezeit t_{W2} im Anschluß an das Ende der Übertragung der Nachricht N_1 durch den Sensor S_1 sendet Sensor S_2 seine Nachricht N_2 . Danach senden die Sensoren S_3 , S_4 , S_5 jeweils nach Ablauf der ihnen zugeordneten Wartezeiten t_{W3} , t_{W4} und t_{W5} . In diesem Beispielfall gilt

$$t_{U1} = t_{U2} = \dots = t_{UN} = t_U$$

$$t_{W2} = \dots = t_{WN} = t_W.$$

t_{W1} ist die Ergänzung zur vollen Wiederholzeit T . So wird auch bei unterschiedlicher Anzahl von Sensoren die gleiche Zeit erreicht.

Im folgenden werden einige Störfälle betrachtet, um zu zeigen, wie flexibel sich die elektronische Einrichtung beim Auftreten derartiger Störfälle verhält.

Wie oben schon beschrieben, melden sich in der Einschaltphase alle funktionsfähigen Sensoren S_1 bis S_N und bauen nach dem Reset eine Kommunikation mit dem Steuergerät 1 auf. Es werde nun angenommen, daß einer der Sensoren S_1 bis S_N nicht funktionsfähig sei und sich nicht in der beschriebenen Weise (vgl. auch Fig. 2) melde. Da das Steuergerät 1 die Anzahl der in der elektronischen Einrichtung vorhandenen Sensoren S_1 bis S_N kennt, versucht es, den oder gegebenenfalls die fehlerhaften Sensoren durch eine mehrfach wiederholte Meldeaufforderung zur Ausgabe seines Kennwortes zu veranlassen. Erst, nachdem auf die wiederholte Meldeaufforderung keine Antwort eingegangen ist, wird der betreffende Sensor, beispielsweise der Sensor S_3 , als defekt registriert. Dem Fahrer des Fahrzeugs kann eine entsprechende Fehleranzeige übermittelt werden. Schließlich erfolgt aber der Übergang in den Normalbetrieb mit den noch verbliebenen funktionsfähigen Sensoren.

Für die folgende Betrachtung werde angenommen, daß in der Einschaltphase alle in der elektronischen Einrichtung vorhandenen Sensoren als funktionsfähig erkannt worden sind und daß erst im Anschluß an die Einschaltphase mindestens ein Sensor ausfällt. Bei der obenbeschriebenen Betriebsweise der Einrichtung wurde unterschieden zwischen einer Synchronisierung der Einrichtung durch das Steuergerät 1 und einer Betriebsweise ohne Synchronisierung durch das Steuergerät 1. Im Falle der Synchronisierung der Einrichtung durch das Steuergerät 1 bewirkt ein Ausfall eines oder mehrerer Sensoren S_1 bis S_N keine Änderung im Impulsdiagramm gemäß Fig. 6. Das entsprechende Zeitfenster, das für die Meldung des defekten Sensors vorgesehen war, bleibt einfach leer. Die Wiedereingliederung des nach einem Defekt wieder funktionsfähigen Sensors erfolgt auf einfache Weise durch die Wiederaufnahme der Informationsübertragung durch den betreffenden Sensor. Für den Fall, daß der Sensor im Verlauf einer Störung, zum Beispiel durch Unterbrechung der Spannungsversorgung, jedoch auch seine ihm von dem Steu-

ergerät 1 zugeteilte Ordnungsnummer vergessen hat, die ja die Prioritätenfolge festlegt, kann in dem nun freien Zeitfenster eine bidirektionale Kommunikation zwischen dem wieder funktionsfähigen Sensor und dem Steuergerät 1 stattfinden. Für den Fall, daß mehrere Sensoren auf diese Art gestört sein sollte, kann das Steuergerät 1 im freien Zeitfenster eine abgewandelte Form des Kommunikationsaufbaus starten. Die Unterscheidung der Sensoren kann beispielsweise durch unterschiedliche Kennwörter und eine Zeitverschiebung durch Periodenversatz erfolgen.

In der Betriebsweise der elektronischen Einrichtung ohne Synchronisation durch das Steuergerät 1 ist im Unterfall der Orientierung der Sensoren an einem Mastersensor ein gleichartiges Verfahren denkbar, sofern einer oder mehrere der Sensoren S_2 bis S_N ausgefallen waren. Sollte jedoch Sensor S_1 ausfallen, der ja von dem Steuergerät 1 in der Einschaltphase die höchste Priorität erhalten hatte und der als Mastersensor fungiert, muß das Steuergerät 1 selbst die Zeitmarke für die Orientierung der übrigen Sensoren S_2 bis S_N abgeben. Dieser Fall ist im Diagramm gemäß Fig. 9 dargestellt.

Im weiteren Unterfall der Betriebsweise der elektronischen Einrichtung ohne Synchronisierung und ohne Einrichtung eines Sensors als Mastersensor überwachen sämtliche Sensoren S_1 bis S_N die Leitung 2 und erkennen dadurch sofort den Ausfall irgendeines Sensors. Zum Ausgleich für das leere Zeitfenster werden die nachfolgenden Wartezeiten entsprechend verlängert. Dies sei anhand des Impulsdiagramms der Fig. 10 an einem Beispiel verdeutlicht. Es wird angenommen, daß Sensor S_2 ausgefallen sei. Der Sensor S_3 erkennt dies und verlängert seine Wartezeit t_{W3} um die Übertragungszeit $t_{U2} (= t_U)$. t_{W3} wird gestartet. Nach Ablauf der Wartezeit t_{W3} gibt Sensor S_3 dann seine Nachricht aus. Das Wiedereinspielen des nach dem Defekt wieder funktionsfähigen Sensors S_2 ist durch das vorhandene leere Zeitfenster, ähnlich wie oben schon beschrieben, möglich.

Bei den bisherigen Ausführungsbeispielen wurde davon ausgegangen, daß ein zunächst ausgefallener Sensor wieder funktionsfähig wird und anschließend in den normalen Betriebsablauf der elektronischen Einrichtung wieder eingegliedert werden kann. Sollte jedoch einer der Sensoren S_1 bis S_N dauerhaft funktionsunfähig bleiben, läßt die außerordentliche Flexibilität der elektronischen Einrichtung eine zweckentsprechende Änderung der Betriebsweise zu. Beispielsweise kann das Steuergerät 1 die Ausgangssignale der noch verbleibenden funktionsfähigen Sensoren mit einem anderen Gewichtungsfaktor belegen, so daß der Ausfall des defekten Sensors weitgehend kompensiert werden kann. Als Alternative kann auch das Auslöseverfahren der Rückhaltemittel in Abhängigkeit von den Sensorsignalen selbst geändert werden. Wenn beispielsweise mit allen vorhandenen funktionsfähigen Sensoren eine Auslösung von Rückhaltemitteln erst dann ermöglicht wurde, wenn von zwei einen Frontalaufprall anzeigenden Sensoren ein Ausgangssignal vorlag, kann das Steuergerät 1 jetzt entscheiden, daß das Rückhaltemittel bereits dann ausgelöst wird, wenn lediglich das Ausgangssignal eines einzigen Sensors vorliegt.

Aus Gründen der Kostenersparnis ist es anzustreben, für alle Sensoren S_1 bis S_N identische Sensoren zu verwenden. Um optimale Sicherheitskriterien abzuleiten, kann es jedoch dann zweckmäßig sein, den Ausgangssignalen dieser Sensoren je nach Einbauort ein unterschiedliches Gewicht zuzumessen und gegebenen-

falls unterschiedliche Auslöseverfahren der Rückhaltemittel zu bewirken. Beispielsweise ist es bei einem Heckaufprall nicht zweckmäßig, den Airbag zu aktivieren, da bei einem Heckaufprall die Fahrzeuginsassen nicht in Fahrtrichtung des Fahrzeugs beschleunigt werden. In diesem Fall des Heckaufpralls wäre es lediglich notwendig, das Rückhaltemittel Gurtstraffer einzusetzen. Falls also das Steuergerät Informationen eines einen Heckaufprall registrierenden Sensors erfäßt, wird das zuvor beschriebene Auslöseverfahren der Rückhaltemittel angewendet. Eingangs wurde erwähnt, daß in Speichermitteln des Steuergerätes 1 selbst Informationen über Art und Einbauort der Sensoren *S1* bis *SN* abgespeichert sind. Insbesondere bei der Verwendung identischer Sensoren, die lediglich an anderen Einbauorten innerhalb des Fahrzeugs untergebracht sind, erweist es sich als zweckmäßig, daß die Sensoren selbst die Informationen über ihre Einbaulage zusammen mit einem sensorspezifischen Kennzeichen zum Steuergerät 1 übermitteln, so daß das Steuergerät 1 den jeweiligen Sensor im weiteren Betriebsablauf identifizieren kann.

In besonders vorteilhafter Weise dienen die den Sensoren *S1* bis *SN* zugeordneten Auswerteschaltungen *A1* bis *AN* auch zur Aufbereitung der Ausgangssignale der Sensoren. Auf diese Weise ist es möglich, dem Steuergerät 1 nicht nur das eigentliche, von der Beschleunigung abhängige Ausgangssignal des jeweiligen Sensors *S1* bis *SN* zu übermitteln, sondern zum Beispiel auch lediglich die Spitzenwerte des Beschleunigungssignals, einen bestimmten Mittelwert des Ausgangssignals des Sensors oder beispielsweise auch einen Integrationswert des Signals. Schließlich kann auch die am Sensor liegende Versorgungsspannung überprüft werden und es können Fehlerinformationen zum Steuergerät 1 übermittelt werden, die beispielsweise einen schlechten Leistungsabfall eines bestimmten Sensors oder eine plötzlich auftretende Funktionsunfähigkeit erkennen lassen. Die elektronische Einrichtung bietet weiterhin den Vorteil, daß der bei herkömmlichen Sicherheitseinrichtungen aus Redundanzgründen erforderliche Sicherheitsschalter entfallen kann, da die Auslösung eines Rückhaltemittels nur durch eine sinnvolle Kommunikation zwischen den Sensoren *S1* bis *SN* und dem Steuergerät 1 einerseits und dem Steuergerät 1 und den Rückhaltemitteln *R1* bis *RN* andererseits möglich ist.

Als Übertragungsleitung 2, 3 wird zweckmäßig eine Eindrahtleitung gewählt, was den Aufwand für Verkabelung und die gegebenenfalls erforderlichen Schnittverbindungen außerordentlich verringert und zudem die Zuverlässigkeit noch erhöht. Als besonders zweckmäßig können als Leitungen 2, 3 auch Lichtleiter verwendet werden. In diesem Fall dienen die Schnittstellen *I1* bis *IN* und *IR1* bis *IRN* zweckmäßig gleichzeitig der Wandlung zwischen elektronischen und optischen Signalen.

Die erfindungsgemäße elektronische Einrichtung ermöglicht den Einbau des Steuergerätes 1 an einem beliebigen, dafür besonders geeigneten Einbauort im Fahrzeug und die Anbringung der Sensoren *S1* bis *SN* an den dafür geeignetsten Einbauorten. In einer vorteilhaften weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann jedoch mindestens ein Sensor *S10'* im Steuergerät 1 selbst oder zumindest in dessen unmittelbarer Nachbarschaft angeordnet sein. Auf diese Weise ist eine Erfassung von auf einen Unfallhergang zurückzuführenden Beschleunigungswerten und damit eine Auslösung von Rückhaltemitteln auch dann noch möglich, wenn durch einen Defekt und/oder durch ein Unfallgeschehen die

Leitung 2 zwischen den Sensoren *S1* bis *SN* unterbrochen sein sollte.

Patentansprüche

1. Elektronische Einrichtung für die Sicherung von Fahrzeuginsassen mit mindestens einem Sensor zur Erfassung unfallspezifischer Parameter (wie zum Beispiel der Fahrzeugbeschleunigung), einem Steuergerät zur Auswertung der Sensorsignale und mit vom Steuergerät aktivierbaren Rückhaltemitteln (z. B. Airbag, Gurtstraffer) für die Fahrzeuginsassen, **gekennzeichnet durch** folgende Merkmale:

a) am Fahrzeug sind *N* Sensoren angeordnet ($N \geq 2$);

b) jeder der *N* Sensoren ist über eine serielle Datenleitung (serieller Bus) mit dem Steuergerät verbunden.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

a) jedem der *N* Sensoren (*S1* bis *SN*) ist je eine Auswerteschaltung (*A1* bis *AN*) zugeordnet, die das Ausgangssignal des jeweiligen Sensors (*S1* bis *SN*) in eine über die Datenleitung (2) übertragbare Signalfolge umwandelt.

3. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltungen (*A1*, *A2*, ... *AN*) analoge Sensorausgangssignale der Sensoren (*S1*, *S2*, ... *SN*) gegebenenfalls in Verbindung mit den Schnittstellenschaltungen (*I1*, *I2*, ... *IN*) in digitale Signale umwandeln.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Datenleitung (2, 3) eine Lichtleitfaser vorgesehen ist und daß die Schnittstellenschaltungen (*I1* bis *IN*) die von den Sensoren (*S1* bis *SN*) abgegebenen und gegebenenfalls von den Auswerteschaltungen (*A1* bis *AN*) aufbereiteten elektronischen Signale in optische Signale und die vom Steuergerät (1) übermittelten optischen Signale in elektronische Signale umsetzen.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltungen (*A1* bis *AN*) den Typ der Sensoren (*S1* bis *SN*) und deren Einbauort im Fahrzeug kennzeichnende Signale erzeugen und zum Steuergerät (1) übertragen.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (1) Speichermittel (4) zur Speicherung von den Typ und den Einbauort der Sensoren (*S1* bis *SN*) im Fahrzeug kennzeichnenden Signalen umfaßt.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Sensor (*S10'*) im Steuergerät (1) selbst oder wenigstens in dessen unmittelbarer Nachbarschaft angeordnet ist.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (1) Vergleichsmittel umfaßt, die zwecks Identifizierung des jeweiligen Sensors (*S1* bis *SN*) die in den Speichermitteln (4) abgelegten Angaben über Typ und Einbauort der Sensoren (*S1* bis *SN*) mit den von den Auswerteschaltungen (*A1*, *A2*, ... *AN*) übermittelten Daten vergleichen.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (1) Mittel zur Feststellung eines nicht betriebsfähigen

Sensoren ($S1, \dots, SN$) umfaßt, und daß bei Feststellung eines nicht betriebsfähigen Sensors das Ausgangssignal eines oder gegebenenfalls mehrerer betriebsfähiger Sensoren mit einem neuen Gewichtsfaktor bewertet wird.

10. Betriebsverfahren für eine elektronische Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- a) das Steuergerät (1) stellt Anzahl und Typ der vorhandenen funktionsfähigen Sensoren ($S1, \dots, SN$) fest;
- b) jedem festgestellten Sensor wird eine, eine Rangfolge kennzeichnende fortlaufende Nummer zugeordnet;
- c) die fortlaufende Nummer bestimmt die Reihenfolge der Kommunikation der Sensoren ($S1, \dots, SN$) mit dem Steuergerät (1).

11. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Einschalten der elektronischen Einrichtung das Steuergerät (1) durch eine im Vergleich zum Normalbetrieb lange Aktivierungszeit (t_R) der Leitung (2) einen Reset der elektronischen Einrichtung durchführt und nach einer Wartezeit (t_i) alle Sensoren ($S1$ bis SN) zur Abgabe eines für sie charakteristischen Kennwortes auffordert.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät nach erstmaliger erfolgreicher und vollständiger Identifizierung eines ersten Sensors der Sensoren ($S1$ bis SN) diesem eine die höchste Prioritätsstufe kennzeichnende Ordnungsnummer zuordnet und anschließend mit diesem Sensor eine bidirektionale Kommunikation beginnt, während die übrigen noch nicht identifizierten Sensoren bis zur Beendigung dieser bidirektionalen Kommunikation warten.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß nach erfolgreicher Identifizierung eines ersten Sensors und einem bidirektionalen Informationsaustausch zwischen diesem Sensor und dem Steuergerät (1) das Steuergerät (1) sukzessive weitere Sensoren der Sensoren ($S1$ bis SN) identifiziert und mit diesen eine bidirektionale Kommunikation führt, bis der Reihenfolge nach alle Sensoren mit einer ihre jeweilige Priorität kennzeichnenden Ordnungsnummer belegt sind.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Aufforderung durch das Steuergerät (1) alle Sensoren ($S1, \dots, SN$) gleichzeitig ein für sie spezifisches Kennwort oder gegebenenfalls mehrere Kennwörter in Form einer Bitfolge ausgeben, daß die Sensoren ($S1, \dots, SN$) nach jeder Ausgabe eines Bits der Bitfolge den Status der Leitung (2) daraufhin überprüfen, ob das ausgegebene Bit mit dem Status der Leitung (2) übereinstimmt, und daß bei Feststellung einer nicht Übereinstimmung zwischen dem jeweils zuletzt ausgegebenen Bit der Bitfolge und dem Status der Leitung (2) der jeweilige Sensor ($S1, \dots, SN$) seine Aussendung bis zu einer erneuten Aufforderung durch das Steuergerät (1) beendet.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß nach Aufforderung durch das Steuergerät (1) jeder Sensor ($S1, \dots, SN$) zunächst eine für ihn charakteristische Zeit (t_{kx}) $x = 1$ bis N) abwartet und erst nach Ablauf dieser

Zeit dann mit der Ausgabe seines Kennwortes beginnt, wenn auf der gleichzeitig von ihm beobachteten Leitung (2) kein von einem anderen Sensor der Sensoren ($S1, \dots, SN$) stammendes Kennwort festgestellt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß nach Sendung eines ersten vollständigen Kennwortes die das Kennwort aussendenden Sensoren das jeweils zuvor ausgesandte Kennwort über die Leitung (2) zurücklesen, dieses zurückgelesene Kennwort mit dem zuvor ausgesandten Kennwort vergleichen und nach Ablauf einer zweiten Wartezeit (t'_{kx}) ($x = 1$ bis N) nur dann aussenden, wenn ein Vergleich zwischen dem ausgesandten und dem über die Leitung (2) zurückgelesenen Kennwort Identität ergibt und wenn während der zweiten Wartezeit auf der Leitung (2) kein Kennwort eines anderen Sensors der Sensoren ($S1, \dots, SN$) festgestellt wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß im Anschluß an die Einschaltphase für den Datenaustausch zwischen den Sensoren ($S1, \dots, SN$) und dem Steuergerät (1) das Steuergerät (1) eine Zeitmarke vorgibt, nach der sich jeder Sensor ($S1, \dots, SN$) richtet und daß jeder der Sensoren ($S1, \dots, SN$) seine Nachricht an das Steuergerät (1) erst dann übermittelt, wenn ausgehend von der durch das Steuergerät (1) festgelegten Zeitmarke eine für ihn charakteristische Wartezeit (t_{wx}) mit ($x = 1$ bis N) abgelaufen ist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß bei Nichtsynchronisierung des Datenaustausches zwischen dem Steuergerät (1) und den Sensoren ($S1, \dots, SN$) vom Steuergerät (1) während der Einschaltphase der Sensor mit der höchsten Priorität (Ordnungszahl 1) als "Mastersensor" bestimmt wird; daß dieser Mastersensor ($S1$) seine Nachricht (N_1) nach einem Zeitraum (t_{w1}) = T zum Steuergerät (1) übermittelt, und daß die übrigen Sensoren ($S2, \dots, SN$), sich nach dem Mastersensor ($S1$) richtend, ihre Nachrichten (N_2, \dots, N_N) nach Ablauf einer jeweiligen spezifischen Wartezeit (t_{w2}, \dots, t_{wN}) im Anschluß an das Ende der Übertragungszeit des Sensors ($S1$) an das Steuergerät (1) übermitteln.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß neben den Ausgangssignalen der Sensoren ($S1, \dots, SN$), gegebenenfalls nach Auswertung durch die Auswerteschaltungen ($A1, \dots, AN$), zusätzlich oder alternativ auch noch jeweils Maximalwerte, Mittelwerte und Integralwerte des Ausgangssignales der Sensoren zu dem Steuergerät (1) übermittelt werden.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest in der Einschaltphase, gegebenenfalls auch in Prüfphasen von den Auswerteschaltungen ($A1, \dots, AN$) Informationen über die an den jeweiligen Sensoren ($S1, \dots, SN$) liegenden Versorgungsspannungen sowie den jeweiligen Einbaort des Sensors an das Steuergerät (1) übermittelt werden.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausfall eines oder mehrerer Sensoren ($S1, \dots, SN$) die Ausgangssignale der verbleibenden funktionsfähigen Sensoren von dem Steuergerät (1) mit einem neuen Gewichtsfaktor bewertet werden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21,

dadurch gekennzeichnet, daß bei Zerstörung oder Unterbrechung der Leitung (2) bzw. Feststellung der Funktionsunfähigkeit aller Sensoren (S_1, \dots, S_N) das Steuergerät (1) die Ausgangssignale des zusätzlichen Sensors (S_{10}) auswertet.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangssignale der Sensoren (S_1, \dots, S_N) in digitale Signale umgewandelt und als Bitfolgen auf der Leitung (2) zu dem Steuergerät (1) übertragen werden.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß als Leitung (2) eine Glasfaser verwendet wird und daß die zwischen dem Steuergerät (1) und den Sensoren (S_1 bis S_N) übertragenden Daten in Form von Lichtimpulsen übertragen werden.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

3811217

24

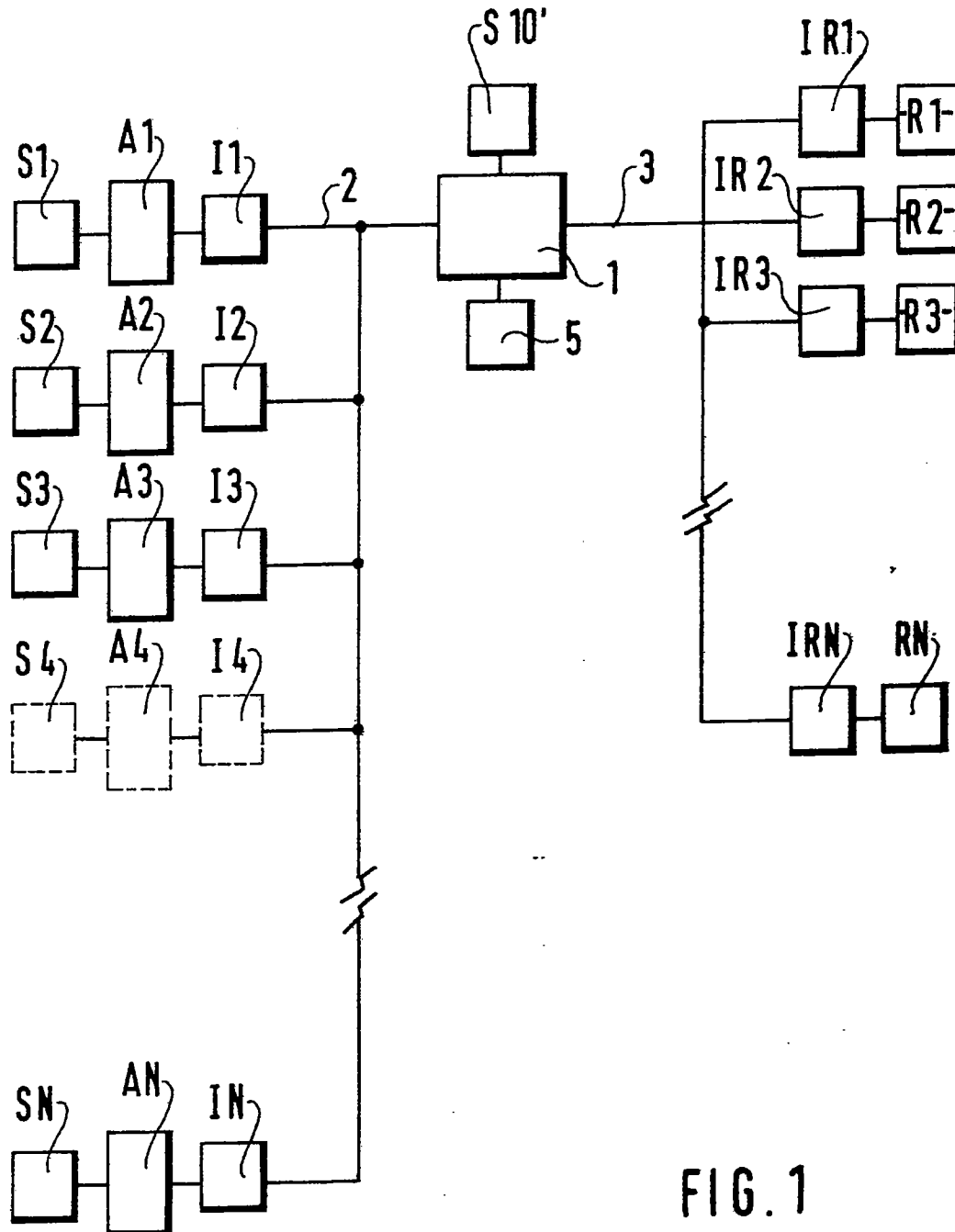


FIG. 1

3811217

25

FIG. 2

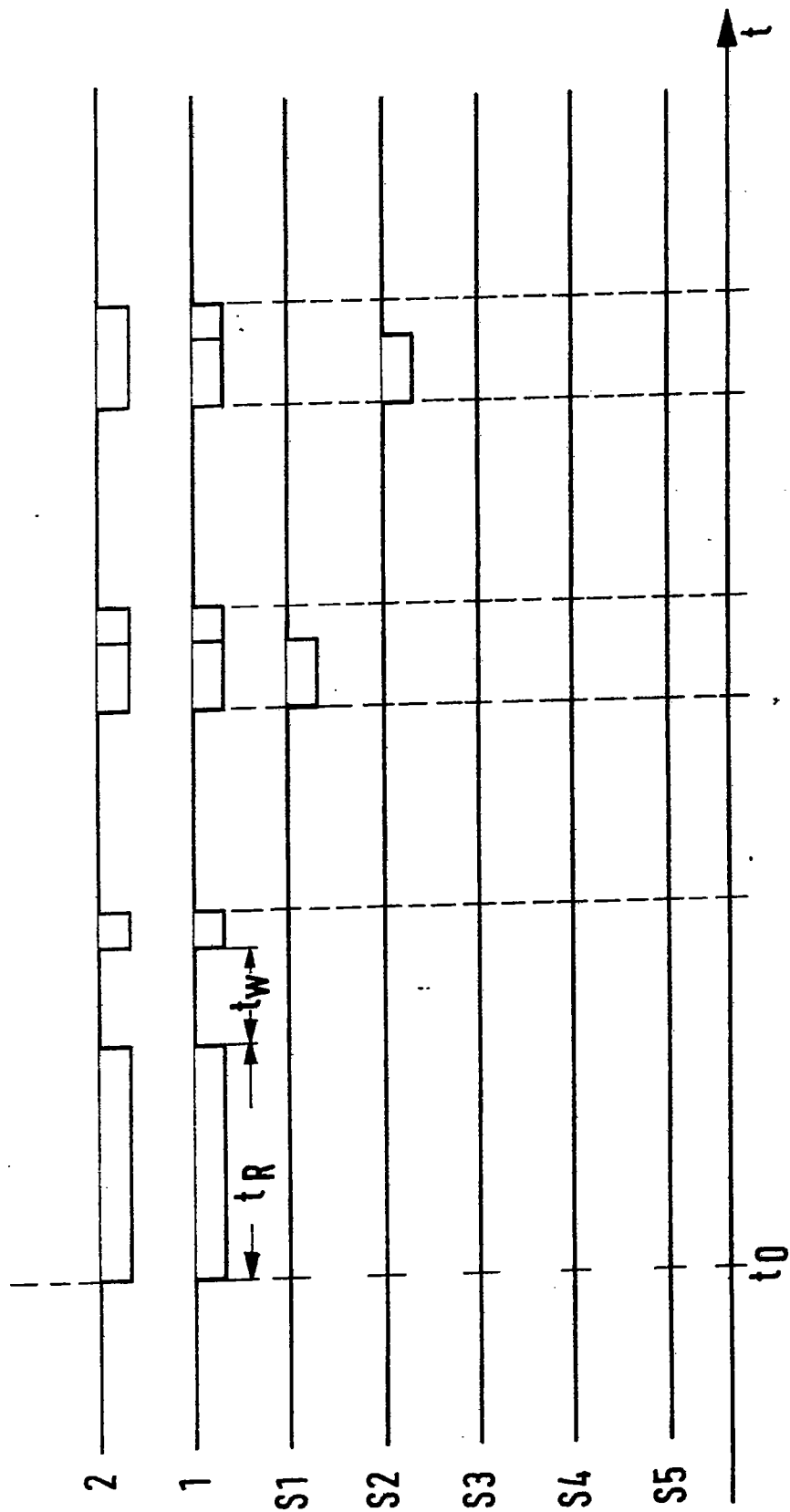


FIG. 3

3811217

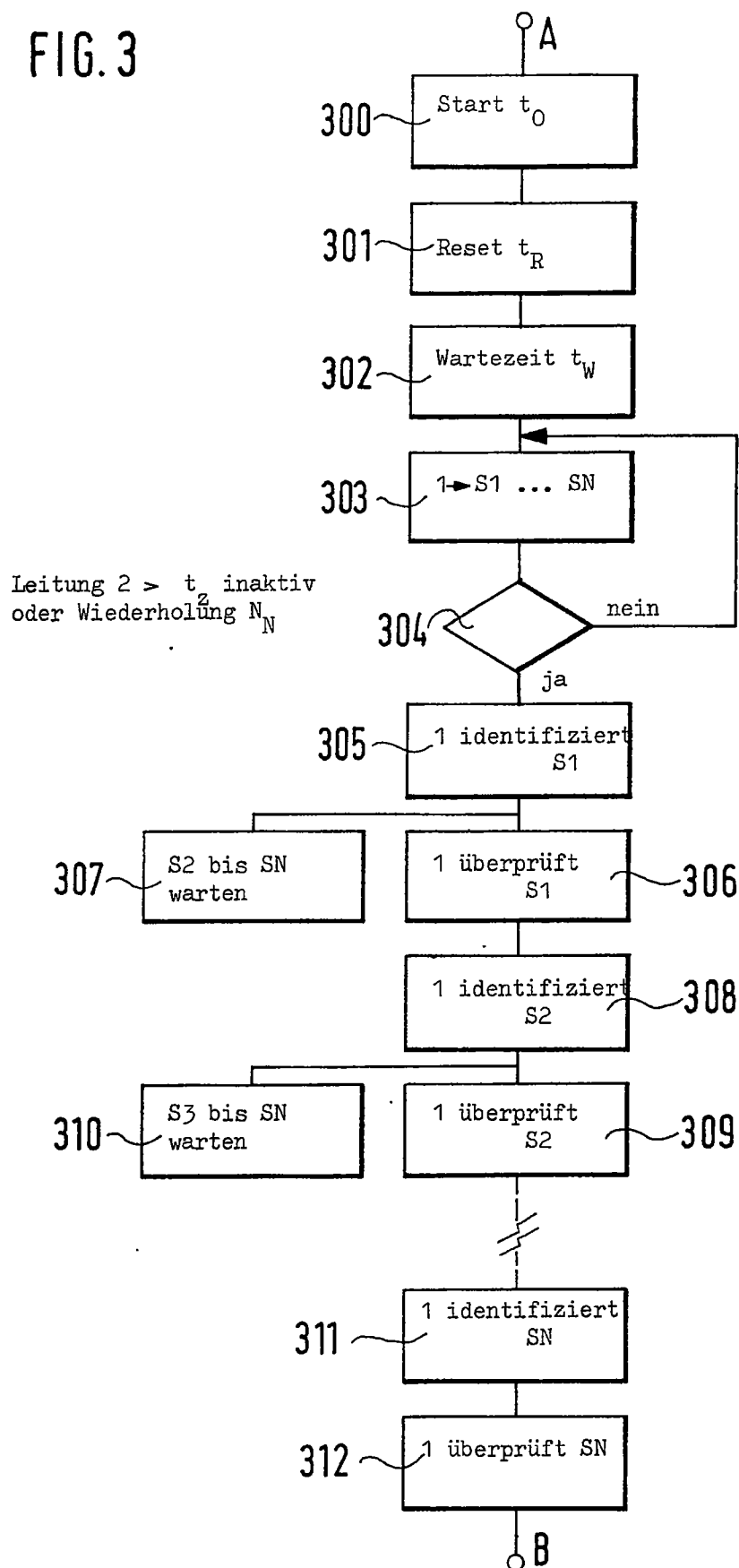
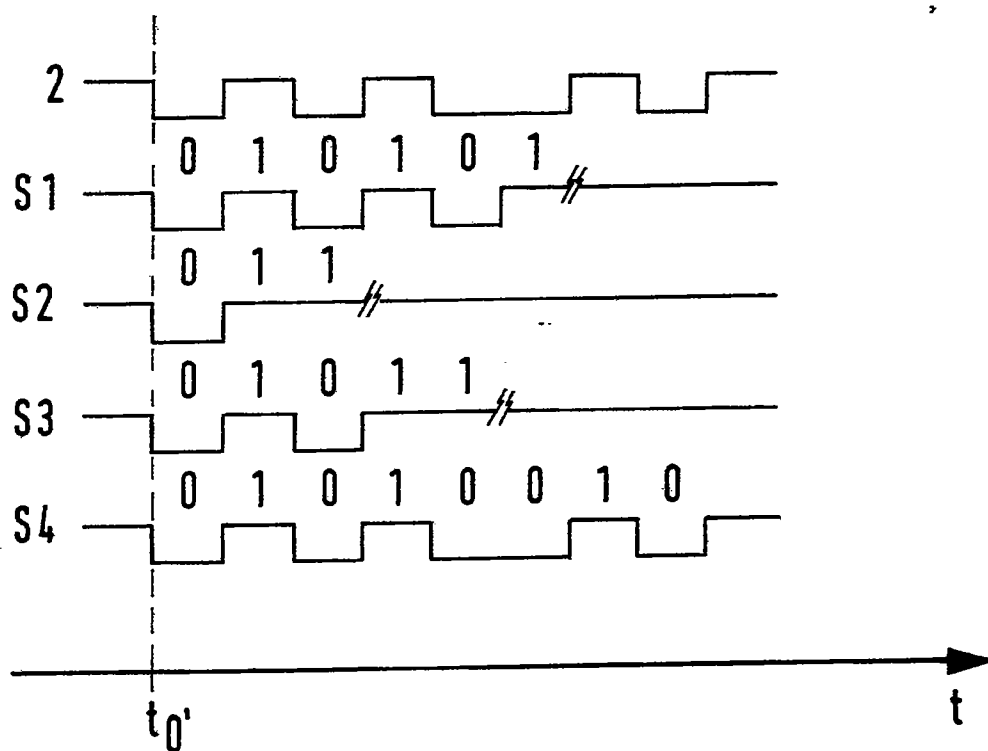


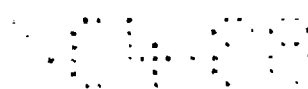
FIG. 4a

3811217

S 1	0 1 0 1 0 1 0 1
S 2	0 1 1 0 0 1 1 0
S 3	0 1 0 1 1 0 1 0
S 4	0 1 0 1 0 0 1 0

FIG. 4b





28

FIG. 5

3811217

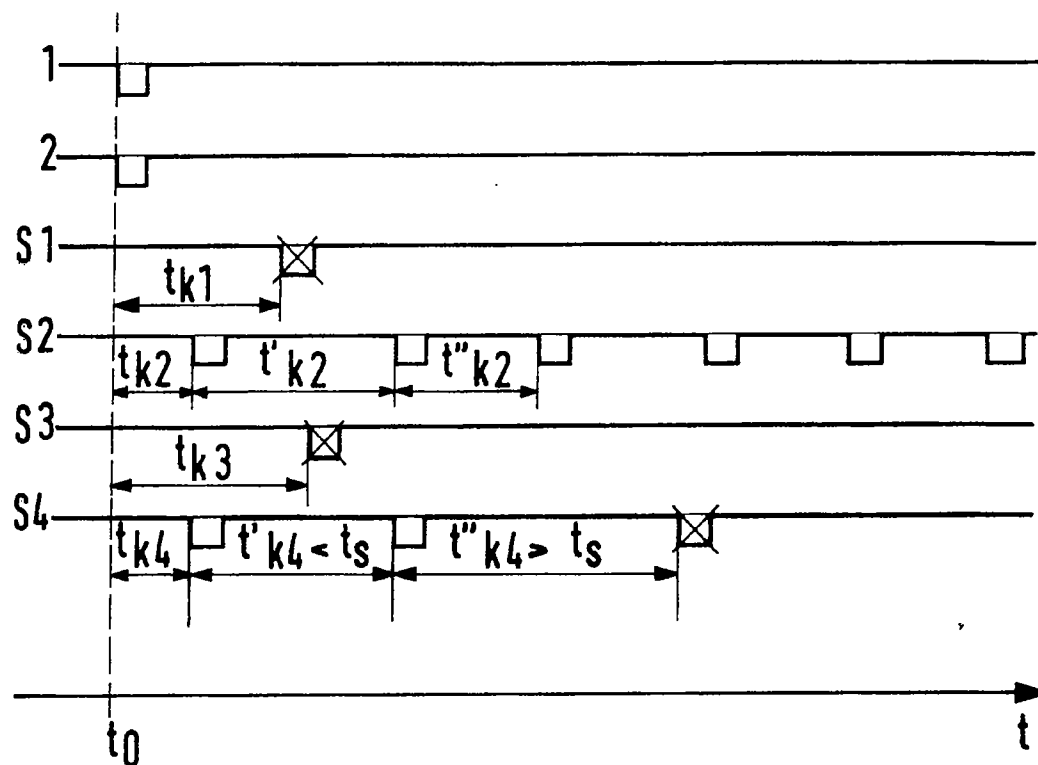


FIG. 6

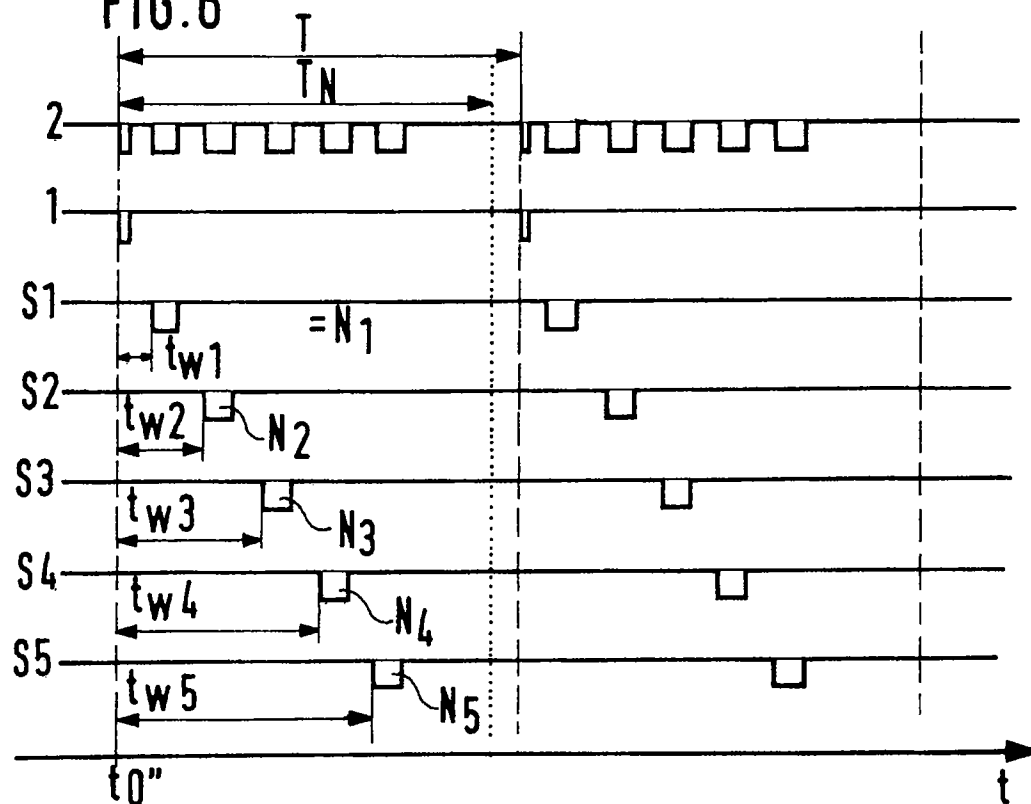


FIG. 7

3811217

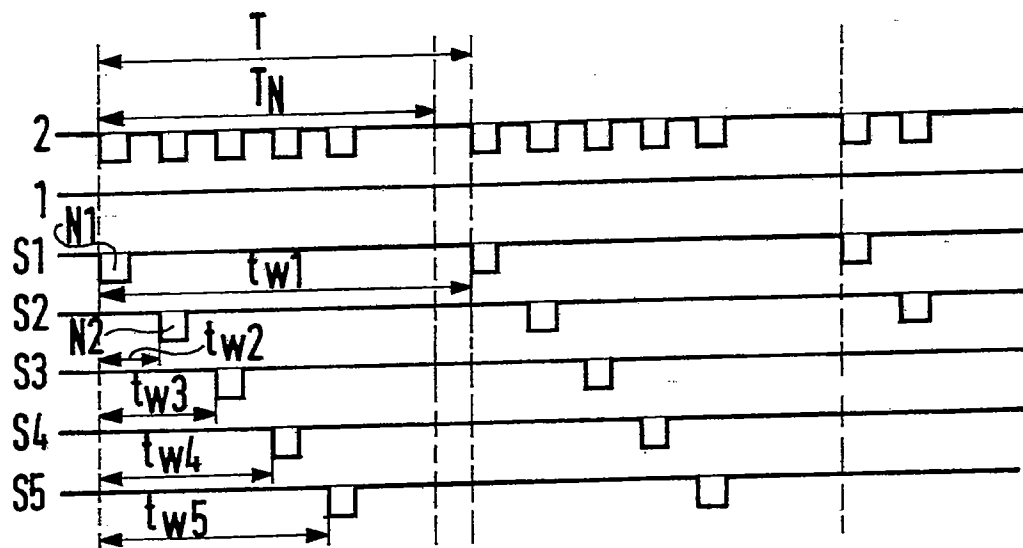
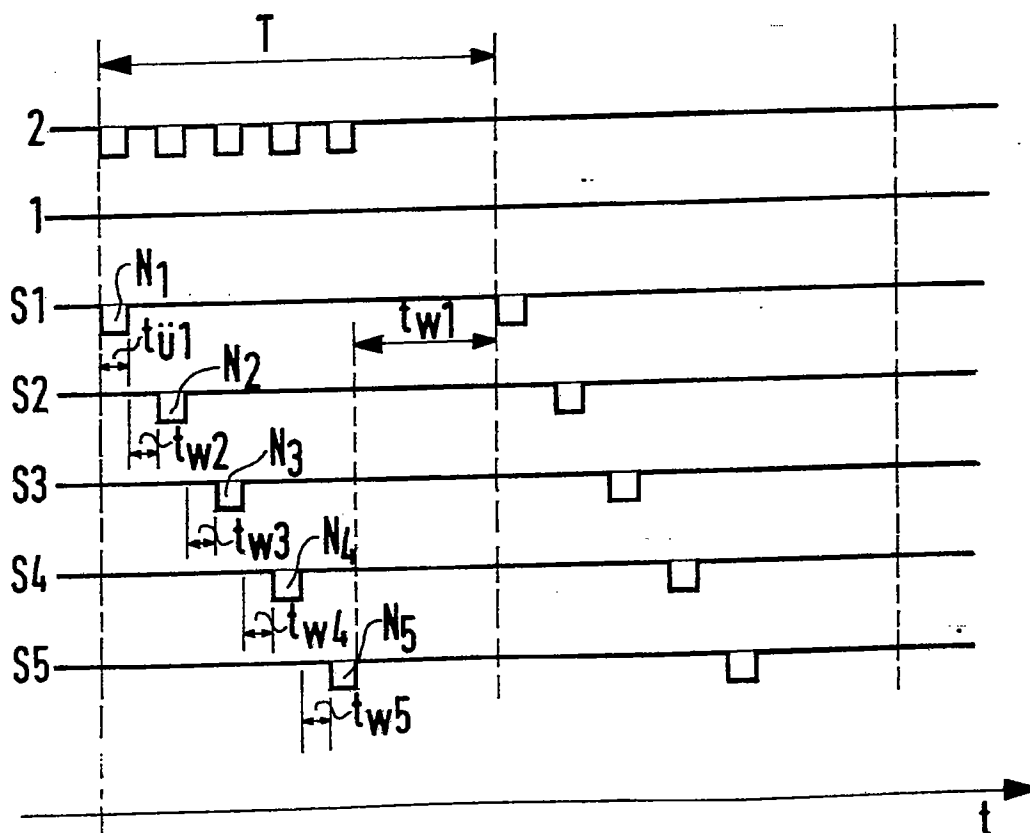


FIG. 8



30*

FIG. 9

3811217

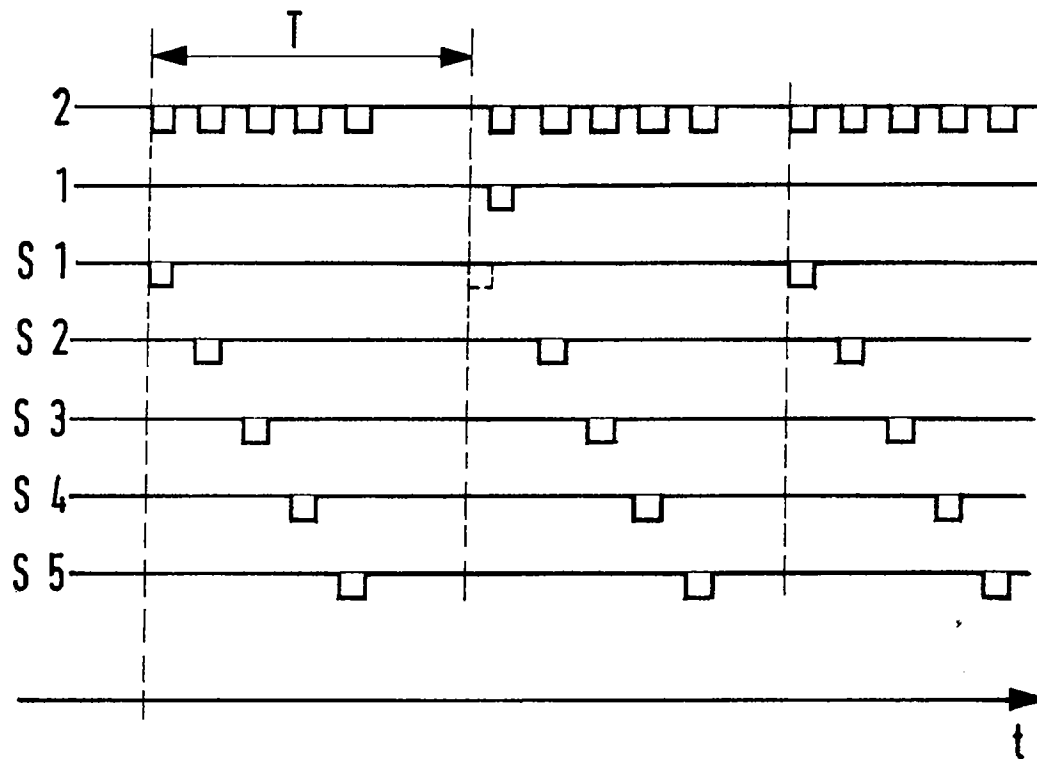


FIG. 10

